

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-002707

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

G02B 5/08  
 B32B 7/02  
 B32B 9/00  
 G02F 1/1335  
 G02F 1/1343

(21)Application number : 09-156270

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 13.06.1997

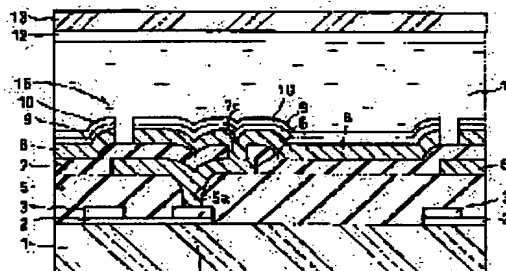
(72)Inventor : ITOGA TAKASHI  
 TAKAHASHI YOSHIHIRO

(54) SILVER INCREASED REFLECTION FILM AND REFLECTION LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE USING IT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a silver increased reflection film with a high reflectance and improving the reflectance in a short wavelength region for particularly nearly fixing the reflectance in a visible ray region by laminating a first translucent film with a relatively small refractive index with a second translucent film with a relatively large refractive index on it.

**SOLUTION:** A first translucent film with a relatively small refractive index is laminated with a second translucent film with a relatively large refractive index on the first translucent film so as to increased the reflectance in a short wavelength region for nearly fixing a reflectance in a visible ray region on a silver or its alloy film. In this case, an increased reflection film is laminated on a silver or silver alloy thin film 8 without patterning this silver or silver alloy thin film 8 after forming the silver or silver alloy thin film 8. That is, an SiO<sub>2</sub> film 9 as the first translucent film and an SiN film 10 as the second translucent film are laminated successively on the silver or silver alloy thin film 8.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] in order to make the reflection factor of a light field into about 1 law, the reflection factor of a short wavelength region is made to increase on silver or its alloy film — as — the 1st translucency film with a comparatively small refractive index — this — the increase of silver characterized by carrying out the laminating of the 2nd translucency film with a comparatively larger refractive index than the 1st translucency film on the 1st translucency film — reflection — the film .

[Claim 2] the increase of silver according to claim 1 characterized by for the 1st translucency film being one chosen from a silicon nitride film, TiO<sub>2</sub> film, and the ITO film among the above-mentioned translucency film, and the translucency film of the above 2nd being silicon oxide film — reflection — the film .

[Claim 3] the increase of silver according to claim 1 characterized by determining the translucency film of the above 1st, and the 2nd translucency film by  $\lambda(2m+1)/4n$  (here, m being zero or more integers and lambda being the wavelength of incident light) — reflection — the film .

[Claim 4] In the liquid crystal display with which two or more gate bus lines and source bus lines have been arranged in the shape of a matrix, and have arranged the pair of a switching element and a pixel electrode near [ the ] an intersection on an insulating substrate In order for the above-mentioned pixel electrode to be constituted by the reflector which consists of silver or its alloy and to make the reflection factor of a light field regularity mostly on this reflector, the reflection factor of a short wavelength region is made to increase — as — the 1st translucency film with a comparatively small refractive index — this — the reflective mold liquid crystal display characterized by carrying out the laminating of the 2nd translucency film with a comparatively larger refractive index than the 1st translucency film on the 1st translucency film.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] the increase of silver of the light which carries out incidence of this invention from the outside which can almost reflect all — reflection — the film — and the increase of this silver — reflection — the film — it is related with the used liquid crystal display, especially the reflective mold liquid crystal display for projectors.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since a reflective mold liquid crystal display projector displays an image from the outside, using effectively the reflection of light which carries out incidence, it reduces the heat generated in a liquid crystal display compared with a transparency mold liquid crystal display projector, and can be miniaturized. Since it has such an advantage, development of a reflective mold liquid crystal display projector has been furthered.

[0003] About the reflective mold liquid crystal display used for the conventional reflective mold liquid crystal display projector, the liquid crystal display equipped with the active-matrix substrate using a thin film transistor is explained below using drawing 6.

[0004] As shown in drawing 6, between the glass substrates 21 and 33 of the pair which has light transmission nature, and each [ these ] glass substrates 21 and 33, the active-matrix liquid crystal display used for a reflective mold liquid crystal display projector pinches liquid crystal 31, and is constituted.

[0005] It is formed so that the opposite transparent electrode 32 for impressing electric field to liquid crystal 31 may counter a glass substrate 33 with liquid crystal 31. The thin film transistor 22 and the source electrode 23 which impress electric field to liquid crystal 31, the drain electrode 24, the 2nd interlayer insulation film 25, the protection-from-light electrode layer 26, the 3rd interlayer insulation film 27, and the reflector metal film 28 as a pixel electrode are formed in the glass substrate 21 so that a pixel 35 may be displayed.

[0006] In this reflective mold active-matrix liquid crystal display, in order to raise the use effectiveness of the light among the light which carries out incidence from a glass substrate 33 side, it is necessary to enlarge the absolute value of the reflection factor of the reflector metal film 28. For this reason, the reflection factor of the light of a light field is as high as 60 - 80%, processing techniques, such as a manufacture process and an etching process, are easy, and metallic reflection film, such as aluminum excellent in adjustment with other thin films, is used as reflector metal film 28.

[0007] The reflector metal film which consists of aluminum is crossed to the range of 0.3-0.8-micrometer wavelength which includes a light field in the case of the aluminum single film as a dotted line shows at drawing 5 (an axis of abscissa shows wavelength and an axis of ordinate shows a reflection factor), and 86% of reflection factor is obtained almost equally.

[0008] As sufficient brightness for the display screen, i.e., brightness of a screen, when the above-mentioned reflective mold active-matrix liquid crystal display is used for example, for a reflective mold liquid crystal display projector, in order to obtain for example, 800ANSIm(s) (it is the flux of light (lumen) which American National Standards Institute defined.), the high brightness light source which has the power consumption beyond 400W is needed with the conventional reflection factor, for the light source.

[0009] Thus, if 10% or more of incident light is absorbed when a strong light is irradiated at a liquid crystal display, the calorific value in a liquid crystal display will become large, and will become the cause of reducing the dependability of a liquid crystal display. Therefore, it was difficult to manufacture the low-power projector which can perform reduction of power consumption fully taking advantage of the features of a reflective mold liquid crystal display projector.

[0010] Moreover, to JP,7-191317,A The monolayer or the metallic reflective layer 52 of two or more layers which shows high reflection factor nature on a substrate 51 as shown in drawing 7, The transparence dielectric film 53 of the low refractive index [ thickness / optical ] in abbreviation  $\lambda/4$  and the reflective mold liquid crystal display with which optical thickness stuck on the liquid crystal display panel the laminating reflecting plate 50 of the transparence dielectric layer which comes to carry out the laminating of the transparence dielectric film 54 of the high refractive index in abbreviation  $\lambda/4$  to order are indicated ( $\lambda/4$  show design wavelength). Optical thickness means the product of a refractive index and thickness.

[0011] According to the above-mentioned official report, it becomes a high reflection factor only from a metallic reflective layer by carrying out the laminating of the transparence dielectric film 53 of a low refractive index, and the transparence dielectric film 54 of a high refractive index to the front face of a metallic reflective layer 52. The

reflective mold liquid crystal display indicated by this official report is a liquid crystal display of a direct viewing type, although it is not a projection mold, when this is used for a reflective mold liquid crystal display projector, it can obtain 800 or more ANSI lms as brightness of a screen, reduces the heat generated in a reflective mold liquid crystal display, and can control the power consumption of the light source for projection.

[0012] however, the above-mentioned laminating reflecting plate 50 uses aluminum for the metallic reflective layer 52, and in this invention person's etc. experiment, as the continuous line of drawing 5 showed, it carried out the laminating of the transparence dielectric film 53 of a low refractive index, and the transparence dielectric film 54 of a high refractive index on the aluminum reflecting layer -- an increase -- reflection -- the film -- an increase -- reflection -- the film -- although it becomes a high reflection factor, it is at most 84% and the highest is also 91%.

[0013] moreover, in the reflective mold liquid crystal display using this laminating reflecting plate 50 When the reflective film raises the reflection factor from the reflector metal film, the capacity component  $C_i$  which connected with the capacity component CLC of the liquid crystal display component formed on the reflector at the serial is formed, an increase -- Since it is general very large compared with the capacity component CLC, when the capacity component  $C_i$  produces polarization and has residual direct current voltage, this capacity component  $C_i$  produced the gap of an after-image and the optimal opposite electrical potential difference, and has produced the problem that the quality of the display screen deteriorates.

[0014] As a conventional reflective mold liquid crystal display, moreover, for example, in a publication-number No. 273731 [ six to ] official report In the liquid crystal electro-optics component which consists of liquid crystal macromolecule complex with which a macromolecule 61 and liquid crystal 62 carried out distributed mixing, and were formed, and the electrodes 63 and 64 and substrates 65 and 66 which have been arranged on both sides of this at both sides as shown in drawing 8 The liquid crystal electro-optics component to which a reflecting plate 68 contacts one side of this liquid crystal macromolecule complex directly is indicated. Furthermore, in order to make the reflection factor of the light from the above-mentioned reflecting plate 68 increase, the liquid crystal electro-optics component which carried out the laminating of the further multilayer optical thin film on the reflecting plate 68 which serves as the electrode is indicated. In addition, 67 and 69 are orientation film.

[0015] The liquid crystal display using a liquid crystal electro-optics component can improve the contrast of the image to display etc. by the above-mentioned official report's indicating the liquid crystal electro-optics component applied to a projector, and combining the liquid crystal cell which consists of an optical thin film and liquid crystal macromolecule complex.

[0016] However, although germanium which is a semi-conductor as a cascade screen formed on a reflecting plate 68, Cu, Au which are a conductor, etc. are mentioned in the reflective mold liquid crystal display of a publication-number No. 273731 [ six to ] official report, since it has non-transparence, i.e., the absorption-of-light maximum, in a light field, these cascade screens produce the problem that the display screen may color.

[0017] As shown in a publication-number No. 43708 [ seven to ] official report at drawing 9, moreover, the metallic reflection film 71, The tooth-back side substrate 70 which has the transparence electric conduction film 72 by which the laminating was carried out on this metallic reflection film 71, In the reflective mold liquid crystal display which is equipped with the observer side substrate 74 which has a transparent electrode 73, and the liquid crystal 75 pinched among both [ these ] substrates, impresses an electrical potential difference between the above-mentioned transparence electric conduction film 72 and a transparent electrode 73, is made to drive liquid crystal 75, and carries out a screen display The reflective mold liquid crystal display whose product of the refractive index of the above-mentioned transparence electric conduction film 72 and thickness is 300nm or less is indicated.

[0018] According to the above-mentioned official report, coloring of the display screen can be prevented in a light field, maintaining the advantage that moisture resistance is increased and the damage in a TAB mounting process etc. can be prevented, since the absorption of light of a partial field or attenuation does not arise substantially.

[0019] However, although the reflective mold liquid crystal display of JP,7-43078,A can prevent coloring of the display screen, it is an accepting-reality type reflective mold liquid crystal display using the natural lights, such as sunlight and indoor light, for example, in order to obtain sufficient brightness for the display screen since it is not taking into consideration at all about the use effectiveness of light when it uses for a reflective mold liquid crystal display projector etc., the power consumption of the light source of the light projected on the display screen becomes large. Specifically, the light source which has the power consumption beyond 400W is needed for setting the flux of light of the exposure side of a screen to 800ANSI lm(s). Therefore, the cost of power consumption becomes high.

[0020] Moreover, with a configuration given in the above-mentioned official report, since the electron in the insulator layer by which a laminating is carried out on the metallic reflection film 71 polarizes, in order to carry out the alternating current drive of the liquid crystal 75, loss of the electrical potential difference impressed to the metallic reflection film 71 becomes very large. Therefore, the driver voltage of a liquid crystal display becomes high. Furthermore, since the driver voltage of a liquid crystal display is high, the longitudinal direction electric field by the reversal drive of a liquid crystal molecule become large and turbulence of the orientation of a liquid crystal molecule becomes large, the quality of the display screen of a liquid crystal display deteriorates.

[0021] It is suggested that silver is known, for example, JP,7-191317,A also uses silver for a metallic reflective layer as an ingredient with a reflection factor higher than aluminum.

[0022] Although 86% of reflection factor with incident wave length almost fixed to 0.3-0.8 micrometers is obtained as the reflection factor of aluminum and silver is shown and a long dotted line shows the reflection factor of the aluminum single film, drawing 4 (an axis of abscissa shows incident light wavelength, and an axis of ordinate shows a

reflection factor.) As a short dotted line shows, \*\*\*\*\* starts by 0.34 micrometers, and it increases rapidly to 0.4 micrometers, and increases gradually to 0.4-0.6 micrometers, and it has the property which becomes fixed by 0.6 micrometers or more. Thus, \*\*\*\*\* has the problem that the reflection factor of a short wavelength region 0.45 micrometers or less is low.

[0023] for this reason — for example, although the panel for red centering on the wavelength of 0.65 micrometers, the panel for green centering on the wavelength of 0.55 micrometers, and the panel for blue centering on the wavelength of 0.45 micrometers are needed when it constitutes a three-sheet type projection using the liquid crystal display component which has the reflective film of \*\*\*\*\* Since the reflection property of \*\*\*\*\* has the low reflection factor of a short wavelength region, the brightness of the panel for blue becomes dark compared with the panel for red, or the panel for green, and it becomes impossible to maintain color balance, as shown in above-mentioned drawing 4. In order to solve this problem, it is necessary to make only the panel for blue from special edition.

[0024]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in view of the above-mentioned conventional trouble. The purpose the increase of silver which has improved the reflection factor of a short wavelength region in order a reflection factor is very high and to make especially the reflection factor of a light field into about 1 law — reflection — the film — it is — this — an increase, while having sufficient contrast and brightness by using the reflective film It is in offering the reflective mold liquid crystal display used for the reflective mold liquid crystal display projector which there is neither an after-image nor coloring, and can reduce power consumption further, and can improve the quality of a display screen.

[0025]

[Means for Solving the Problem] in order to make the reflection factor of a light field into about 1 law, the reflection factor of a short wavelength region is made to increase on silver or its alloy film, in order that the reflective film given in invention of claim 1 may solve the above-mentioned technical problem — as — the 1st translucency film with a comparatively small refractive index — this — it is characterized by carrying out the laminating of the 2nd translucency film with a comparatively larger refractive index than the 1st translucency film on the 1st transparency film.

[0026] According to the above-mentioned configuration, an almost equal reflection factor can be obtained in almost all the fields of a light field, being able to raise the spectral reflectance of a short wavelength region, consequently maintaining the high reflection factor of silver original. 98% of reflection factor has been obtained in the example of this invention.

[0027] the increase given in invention of claim 2 of silver — reflection — the film — the 1st translucency film is one chosen from a silicon nitride film (SiN), TiO<sub>2</sub> film, and the ITO film among the above-mentioned translucency film, and the translucency film of the above 2nd is characterized by being the silicon oxide film.

[0028] According to the above-mentioned configuration, it can manufacture easily by the ability using a very stable and cheap ingredient.

[0029] the increase given in invention of claim 3 of silver — reflection — the film — the translucency film of the above 1st and the 2nd translucency film are characterized by what it opts for by  $\lambda(2m+1)/4n$  (here, m is zero or more integers and  $\lambda$  is the wavelength of incident light).

[0030] While securing the light transmission nature of the 1st optical thin film and the 2nd optical thin film by setting up the thickness of the 1st optical thin film and the 2nd optical thin film according to the above-mentioned configuration, it can stabilize raising the spectral reflectance of the light in a light field. Therefore, -izing of the improvement in contrast required for a liquid crystal display and brightness can be carried out [ certain ].

[0031] A reflective mold liquid crystal display given in invention of \*\*\*\*\* 4 publication In the liquid crystal display with which two or more gate bus lines and source bus lines have been arranged in the shape of a matrix, and have arranged the pair of a switching element and a pixel electrode near [ the ] an intersection on an insulating substrate In order for the above-mentioned pixel electrode to be constituted by the reflector which consists of silver or its alloy and to make the reflection factor of a light field regularity mostly on this reflector, the reflection factor of a short wavelength region is made to increase — as — the 1st translucency film with a comparatively small refractive index — this — it is characterized by carrying out the laminating of the 2nd translucency film with a comparatively larger refractive index than the 1st translucency film on the 1st transparency film.

[0032] According to the above-mentioned configuration, while having sufficient contrast and brightness, the temperature rise of the reflective mold liquid crystal display which there is neither an after-image nor coloring, and can reduce power consumption further, and is used for a reflective mold liquid crystal display projector can be lessened, and the quality of the display screen can be improved.

[0033]

[Embodiment of the Invention] It will be as follows if one gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 3.

[0034] The configuration outline of the reflective mold liquid crystal display concerning the gestalt of this operation is explained to the beginning with the manufacture approach, referring to drawing 1 and drawing 2.

[0035] the passivation film (not shown) which the active-matrix substrate of the gestalt of this operation has pixel-on passivation structure, and consists of SiN etc. first for example, on the transparence substrate 1 as the 1st substrate which consists of glass etc. for this reason as shown in drawing 1 and drawing 2 (a) — plasma CVD (Chemical VaporDeposition) — it forms by law etc. It prevents that the configuration element with which the above-

mentioned passivation film constitutes the transparence substrate 1 invades into the thin film transistor (henceforth TFT) 2 mentioned later, or liquid crystal 11.

[0036] Next, TFT2 for driving liquid crystal 11 is formed on the transparence substrate 1. Although 100 number 100-piece x numbers are arranged in a lengthwise direction and a longitudinal direction in order to carry out the matrix display of TFT2, only the one half of TFT2 which adjoins one piece here is shown.

[0037] As a semiconductor material which constitutes TFT2, amorphous silicon (an amorphous silicon, a-Si) and polycrystalline silicon (polish recon, p-Si) are used. By heat-treating or carrying out laser radiation, and crystallizing an amorphous silicon, polish recon is taken as polish recon. This semiconductor material is divided into an island-like field corresponding to matrix arrangement. The source electrode 3 and the drain electrode 4 are formed in the semiconductor region of the shape of this island of etching by the photolithography method, respectively.

[0038] Although not illustrated, the gate electrode connected to the gate bus line is prepared in TFT2, and a scan signal is supplied to a gate bus line. Moreover, the source electrode 3 is connected to the source bus line to which the data signal for driving liquid crystal 11 is supplied.

[0039] Although TFT2 is simplified and shown in drawing 1 and drawing 2, as shown in drawing 3, the detail of TFT2 forms the gate dielectric film 18 which consists of SiO<sub>2</sub> on the semi-conductor film 17 formed in the shape of an island on the transparence substrate 1, arranges the gate electrode 16 which consists of electrical conducting materials, such as aluminum or polish recon, on it, and forms the 1st interlayer insulation film 14 on it. A contact hole is opened in this 1st interlayer insulation film 14, and the source electrode 3 and the drain electrode 4 are formed.

[0040] Then, as shown in drawing 1 and drawing 2 (b), the 2nd interlayer insulation film 5 is formed by carrying out spin spreading of the thermosetting resin, such as acrylic resin as an insulating material, or forming SiO<sub>2</sub> film on the transparence substrate 1.

[0041] That is, the thermosetting resin with which viscosity consists of acrylic resin of 110cp (centipoise) is applied on the transparence substrate 1, and the transparence substrate 1 is rotated for a rotational frequency for 30 seconds by about 3000 rpm. Thereby, the film of the above-mentioned thermosetting resin whose thickness is about 2 micrometers is formed of a centrifugal force. Then, by baking the above-mentioned film at the temperature of 200-300 degrees C, and carrying out heat curing of the resin, the level difference produced by TFT2, the scan signal line, and the data signal line is absorbed, and a front face forms a flat insulator layer.

[0042] Furthermore, a photoresist is applied on this 2nd interlayer insulation film 5, and exposure and development are performed using the mask for forming a contact hole. Thus, it etches using the formed resist mask. By the photolithography method, patterning of the 2nd interlayer insulation film 5 whose above-mentioned thickness is about 2 micrometers is carried out to a predetermined configuration, and dry etching is carried out so that contact hole 5a punctured to the drain electrode 4 side may be formed. O<sub>2</sub> gas is used for dry etching. An etching rate can be enlarged by adding CF<sub>4</sub> gas if needed.

[0043] Thus, as shown in drawing 2 (b), the 2nd interlayer insulation film 5 which has contact hole 5a punctured on the drain electrode 4 is formed so that the transparence substrate 1, TFT2, and source electrode 3 top may be covered.

[0044] Next, as shown in drawing 1 and drawing 2 (c), while connecting between the drain electrode 4 and the pixel electrodes 8 (it mentions later), in order to protect from an extraneous light, the wrap reflector film 6 is formed for TFT2 top. That is, the thin film which consists of an alloy (for example, Pd(palladium)1atm% less than added alloy) of silver (Ag) or silver and whose thickness is about 300nm is formed on the 2nd interlayer insulation film 5 including the interior of contact hole 5a with for example, the sputtering method, a vacuum deposition method, etc.

[0045] And pattern formation of the reflector film 6 is carried out by applying a photoresist on the thin film of the alloy of silver or silver, performing exposure and development and etching through a resist mask using a mask with an electrode pattern. Although wet etching is performed here, the methyl alcohol diluent of a nitric acid is used for an etching reagent.

[0046] Thereby, as shown in drawing 2 (c), the reflector film 6 of the letter of the cross-section abbreviation for T characters is formed on the drain electrode 4 and the 2nd interlayer insulation film 5.

[0047] Then, as shown in drawing 1 and drawing 2 (d), the 3rd interlayer insulation film 7 is formed on the 2nd interlayer insulation film 5 and the reflector film 6 by carrying out spin spreading and carrying out heat curing of the thermosetting resin, such as acrylic resin as an insulating material.

[0048] That is, the thermosetting resin which constitutes the 2nd interlayer insulation film 5, and the thermosetting resin which consists of acrylic resin of 110cp extent which is comparable viscosity are applied on the transparence substrate 1, and the transparence substrate 1 is rotated for 30 seconds at about 3000 rotational frequency rpm. The film of the above-mentioned thermosetting resin whose thickness is about 2 micrometers is formed of a centrifugal force by this, and the 3rd interlayer insulation film 7 is formed of heat curing.

[0049] Next, by the photolithography method, patterning of the 3rd interlayer insulation film 7 whose above-mentioned thickness is about 2 micrometers about the 3rd interlayer insulation film 7 of the above is carried out to a predetermined configuration by dry etching, and contact hole 7a punctured on the reflector film 6 is formed to the above-mentioned insulating material. Dry etching is performed using O<sub>2</sub> gas. CF<sub>4</sub> gas may be added if needed.

[0050] Thereby, as shown in drawing 2 (d), the 3rd interlayer insulation film 7 which exposed the part on the reflector film 6 by puncturing is formed on the 2nd interlayer insulation film 5 and the reflector film 6.

[0051] Then, as shown in drawing 1 and drawing 2 (e), thickness forms the thin film 8 by the alloy of the silver which is 300nm, or silver on the 3rd interlayer insulation film 7 with the sputtering method or a vacuum deposition method.

Thus, the formed silver is polycrystal, by forming particle size in the  $1/4$  or less—about magnitude of wavelength  $\lambda$ , can obtain a desirable optical property and can smooth a surface state by making thickness into about 3000Å or less. The spectral reflectance to the air of the thin film 8 of the alloy of this silver or silver is usually 96% in a light field in air.

[0052] next, an increase [ without performing patterning of the thin film 8 of the alloy of this silver or silver after forming the thin film 8 of the alloy of the above-mentioned silver or silver ] — reflection — the film — the laminating was carried out on the thin film 8 of the alloy of silver or silver. That is, the laminating of the SiN film 10 was carried out one by one on the thin film 8 of the alloy of silver or silver as SiO<sub>2</sub> film 9 and 2nd translucency film as 1st translucency film. SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10 are good to form membranes by for example, EB vacuum deposition or the sputtering method.

[0053] EB vacuum deposition puts SiO<sub>2</sub> or the vacuum evaporation ingredients of SiN to a crucible, and forms membranes by irradiating an electron beam in a vacuum at this crucible. The sputtering method hits Ar<sup>+</sup> ion against the target of SiO<sub>2</sub> or Si in a vacuum, and makes made SiO<sub>2</sub> put on a substrate. Ar<sup>+</sup> ion is hit in a nitrogen (N<sub>2</sub>) ambient atmosphere, and the case of SiN makes Si atom and a nitrogen atom react, forms SiN, and makes this put on a substrate.

[0054] SiO<sub>2</sub> film 9 at this time and the SiN film 10 are amorphous, optical thickness  $nd$  expressed with the product of a refractive index and Thickness  $d$  is set to  $nd=\lambda/4$  (wavelength  $\lambda$  is generally set as 0.5 micrometers), and a reflection factor becomes large from a metal simple substance in a light region.

[0055]  $\lambda/4n$  of thickness of the SiO<sub>2</sub> above-mentioned film 9 and the SiN film 10 is set as 1 and  $(2m+1)\lambda/4n_2$ , respectively  $(2m+1)$ .  $m$  is a positive integer containing 0 here,  $n_1$  and  $n_2$  are the refractive indexes of SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10, respectively, and  $\lambda$  is setting wavelength (nm).

[0056] With the gestalt of this operation from this, while securing the light transmission nature of a light field, in order to raise the spectral reflectance from the thin film 8 of the alloy of silver or silver, the thickness of SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10 is computed by calculating as  $m=0$  and  $\lambda=500\text{nm}$ , respectively.

[0057] That is, with the gestalt of this operation, the thickness of SiO<sub>2</sub> film 9 is within the limits of 70–100nm, and the laminating of the thickness of the SiN film 10 is carried out so that it may become within the limits of 50–80nm, so that the thickness of SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10 may be set to 85nm and 65nm, respectively.

[0058] Here, although the spectral reflectance to the air in the case of the single film of a silver thin film was 96% in the light field as shown in drawing 4, by having the above-mentioned increase reflective membrane structure, it increases to 98%, a spectral reflectance higher than \*\*\*\*\* is obtained by part for all of the light fields seen out of the liquid crystal ingredient, and decline in the spectral reflectance by the side of short wavelength (400–500nm) can be suppressed especially. since the absorption of light of this short wavelength region serves as a source of generation of heat — the increase of this invention — reflection — membrane structure — it is effective to gather the reflection factor of this short wavelength region.

[0059] next, the thin film 8 of the alloy of SiO<sub>2</sub> film 9, the SiN film 10 and silver, or silver — bundling up — the photolithography method — etching — carrying out — the pixel electrode as metallic reflection film, and an increase — reflection — the film — \*\*\*\*\* — the pixel 15 which has SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10 is formed.

[0060] Etching etches by using together and putting in block the dry etching of SiO<sub>2</sub> film 9, and the wet etching of the thin film 8 of the alloy of silver or silver. In order to etch, first, a photoresist is applied, exposure and development are performed using the mask which has the pattern of a pixel 15, and an etching mask is formed. Two-layer package etching of SiO<sub>2</sub> film 9 and the SiN film 10 is performed using this etching mask. Etching is CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>=150/20SCCM, the pressure of 133Pa, and RF. Power It carries out by discharging for about 1 minute on condition that 150W. Next, etching of the thin film 8 of the alloy of silver or silver is performed by making the methyl alcohol diluent of a nitric acid etc. immersed.

[0061] Of this package etching, as shown in drawing 2 (e), the laminating of SiO<sub>2</sub> film 9 as the thin film 8 of the alloy of silver or silver and 1st translucency film and the SiN film 10 as 2nd translucency film is carried out mutually, and they are formed. The pattern of a pixel 15 is extended and formed even above the upper part of TFT2, a gate bus line, and a source bus line.

[0062] Although not illustrated, etching processing which removes the surface insulator layer of the terminal area of a gate bus line and a source bus line formed in the perimeter of a matrix liquid crystal panel is performed, and a active-matrix substrate is completed.

[0063] The above-mentioned SiN film 10 is replaceable with TiO<sub>2</sub> film or the ITO film. Moreover, the presentation of SiN can be changed to the refractive index (1.8–2.1) which controls the presentation ratio and is demanded.

[0064] Furthermore, as shown in drawing 1, the orientation film (not shown) is applied and formed in the glass substrate 13 and the transparence substrate 1 as the 2nd substrate which has the opposite transparent electrode 12 which consists of ITO as a counterelectrode etc. on the whole front face, and has light transmission nature, respectively. And in order to make the orientation of each above-mentioned orientation film carry out in the predetermined direction, rubbing is performed, respectively. Thereby, each above-mentioned orientation film can control a liquid crystal molecule to the array and inclination suitable for the mode of operation of liquid crystal 11. Furthermore, spacer spraying is performed, in order to fix thickness of the layer of liquid crystal 11 and to make it into the stable thing.

[0065] Then, after sticking the transparence substrate 1 and glass substrate 13 which printed the sealing compound by the sealing compound, glass fragmentation is performed, further, liquid crystal 11 is poured in, an inlet closure process is processed, and the liquid crystal panel concerning the gestalt of this operation is obtained.

[0066] It is not limited especially as the above-mentioned liquid crystal 11. Specifically, thermotropic liquid crystal:rye OTORO pick liquid crystal, such as a twist nematic liquid crystal, a nematic liquid crystal of a guest-host mold, a smectic liquid crystal, and cholesteric liquid crystal, etc. is mentioned. Among the above-mentioned instantiation, since all liquid crystal molecules have arranged the twist nematic liquid crystal and the nematic liquid crystal of a guest-host mold parallel and in the shape of a whorl to the transparence substrate 1, they are desirable.

[0067] As the above-mentioned liquid crystal 11, when for example, a twist nematic liquid crystal is used, the mode of operation of liquid crystal 11 can be explained as follows. That is, the twist angle of liquid crystal 11 is 45 degrees between the transparence substrate 1 and a glass substrate 13, at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ], there is no change of the polarization direction, it is reflected by the TN effectiveness, and incident light serves as a black display according to it. At the time of electrical-potential-difference impression, the polarization direction is changed, it is reflected by the birefringence effectiveness, and, as for incident light, the above-mentioned pixel 15 serves as a white display according to it.

[0068] the increase of silver concerning the gestalt of this above-mentioned implementation -- reflection -- the film -- the increase of the thin film 8 top of the alloy of silver or silver -- reflection -- the film -- \*\*\*\*\* -- SiO<sub>2</sub> film 9 (thickness: 85nm) and the SiN film 10 (thickness: 65nm) are formed. the increase of silver seen out of the liquid crystal ingredient by having this structure -- reflection -- the film -- a reflection factor is clear from drawing 4 -- as -- an increase -- reflection -- the film -- the cases (a short dotted line shows among this drawing) where it excludes, and ratios -- \*\*\*\* -- the increase of silver of the gestalt of this operation -- reflection -- the film (a continuous line shows among this drawing) -- it turns out that that spectral reflectance becomes about 98% at the maximum, and about 2% of spectral reflectance is improving.

[0069] moreover, compared with the reflection factor (a long dotted line showing among this drawing) of the aluminum single film being about 86%, it is markedly alike, and the reflection factor is improving. That is, a spectral reflectance higher than the single film 500 important for a light field (400-720nm), especially image displaynm or more which is mostly silver in a field is obtained by forming the SiN film 10 as SiO<sub>2</sub> film 9 and the 2nd translucency film as 1st translucency film on the thin film 8 of the alloy of the silver which reflects light, or silver.

[0070] Especially, decline in the spectral reflectance by the side of short wavelength peculiar to silver (400-500nm) can be suppressed, and the almost fixed reflection factor is obtained. since the light of this short wavelength region is absorbed and it becomes a source of generation of heat -- an increase -- reflection -- the film -- it is very effective to gather the reflection factor of a short wavelength region for the purpose which reduces generation of heat of a reflective mold liquid crystal display.

[0071] by the way -- an increase -- reflection -- the film -- if the used liquid crystal panel is used for a reflective mold liquid crystal display projector, the light source of the power consumption not more than 250W can be used, and brightness with sufficient 800ANSIlm extent can be obtained. Thereby, the liquid crystal panel concerning this invention reduces the power consumption of the light of the light source further, it becomes possible further to make a reflection factor 98% at the maximum, and the contrast and brightness in the display image obtained can be improved.

[0072] furthermore, the case where aluminum is used as shown in drawing 5 -- the reflection factor in the inside of liquid crystal -- 86% -- it is -- the increase of SiN film and SiO<sub>2</sub> film -- reflection -- the film -- even if it forms, compared with being a maximum of 91% of reflection factor, this invention can attain 98%.

[0073]

[Effect of the Invention] the increase of silver of this invention -- reflection -- the film -- according to the configuration, an almost equal reflection factor can be obtained in almost all the fields of a light field, being able to raise the spectral reflectance of a short wavelength region, consequently maintaining the high reflection factor of silver original. 98% of reflection factor has been obtained in the example of this invention.

[0074] moreover, the increase of silver of this invention -- reflection -- the film -- if it depends, it can manufacture easily by the ability using a very stable and cheap ingredient.

[0075] Moreover, while securing the light transmission nature of the 1st optical thin film and the 2nd optical thin film by setting up the thickness of the 1st optical thin film and the 2nd optical thin film according to the reflective film of the silver of this invention, it can stabilize raising the spectral reflectance of the light in a light field. Therefore, -izing of the improvement in contrast required for a liquid crystal display and brightness can be carried out [ certain ].

[0076] Furthermore, according to the reflective mold liquid crystal display of this invention, while having sufficient contrast and brightness, the temperature rise of the reflective mold liquid crystal display which there is neither an after-image nor coloring, and can reduce power consumption further, and is used for a reflective mold liquid crystal display projector can be lessened, and the quality of the display screen can be improved.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-2707

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
 G 0 2 B 5/08  
 B 3 2 B 7/02 1 0 3  
 9/00  
 G 0 2 F 1/1335 5 2 5  
 1/1343

F I  
 G 0 2 B 5/08 A  
 B 3 2 B 7/02 1 0 3  
 9/00 A  
 G 0 2 F 1/1335 5 2 5  
 1/1343

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-156270

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月13日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 糸賀 隆志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 高橋 義弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

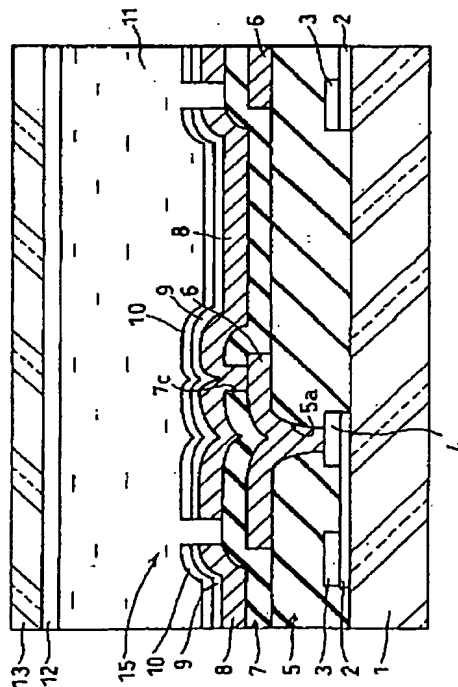
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 銀の増反射膜及びそれを用いた反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 可視光領域全部にわたって反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を改善した銀の増反射膜及びそれを用いた反射型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜であるSiO<sub>2</sub>膜9と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜であるSiN膜10を積層したことを特徴とする。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 銀あるいはその合金膜の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする銀の増反射膜。

【請求項2】 上記透光性膜のうち、第1の透光性膜は、窒化シリコン膜、 $TiO_2$ 膜、ITO膜の中から選ばれる一つであり、上記第2の透光性膜は、酸化シリコン膜であることを特徴とする請求項1記載の銀の増反射膜。

【請求項3】 上記第1の透光性膜及び第2の透光性膜は、 $(2m+1)\lambda/4n$ （ここで、 $m$ は0以上の整数、 $\lambda$ は入射光の波長）で決定されることを特徴とする請求項1記載の銀の増反射膜。

【請求項4】 絶縁性基板上に複数のゲートバスライン及びソースバスラインがマトリクス状に配置され、その交差部付近にスイッチング素子および画素電極の対を配置した液晶表示装置において、上記画素電極は、銀あるいはその合金からなる反射電極により構成され、該反射電極の上に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透光性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外部から入射する光のほとんど全部を反射することができる銀の増反射膜及びこの銀の増反射膜を利用した液晶表示装置、特にプロジェクター用の反射型液晶表示装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】反射型液晶表示プロジェクターは、外部から入射する光の反射を有効に利用して画像を表示するので、透過型液晶表示プロジェクターと比べて液晶表示装置内に発生する熱を低減し、小型化することが可能である。このような利点を有することから、反射型液晶表示プロジェクターの開発が進められてきた。

【0003】従来の反射型液晶表示プロジェクターに使用される反射型液晶表示装置について、薄膜トランジスタを利用したアクティブマトリクス基板を備えた液晶表示装置を図6を使用して以下に説明する。

【0004】図6に示すように、反射型液晶表示プロジェクターに使用されるアクティブマトリクス液晶表示装置は、光透過性を有する一対のガラス基板21、33と、それら各ガラス基板21、33の間に液晶31を挟持して構成される。

【0005】ガラス基板33には、液晶31に電界を印加するための対向透明電極32が液晶31と対向するように形成されている。ガラス基板21には、画素35を表示するように、液晶31に対し電界を印加する、薄膜トランジスタ22、ソース電極23、ドレイン電極24、第2層間絶縁膜25、遮光電極膜26、第3層間絶縁膜27、および画素電極としての反射電極メタル膜28が形成されている。

【0006】この反射型アクティブマトリクス液晶表示装置では、ガラス基板33側から入射する光の内、可視光の利用効率を高めるために、反射電極メタル膜28の反射率の絶対値を大きくする必要がある。このため、可視光領域の光の反射率が60～80%と高く、製造プロセスやエッチング工程等の加工技術が容易で、他の薄膜との整合性に優れたアルミニウム等の金属反射膜が反射電極メタル膜28として用いられている。

【0007】アルミニウムよりなる反射電極メタル膜は、図5（横軸は波長、縦軸は反射率を示す）に点線で示すように、アルミニウム単膜の場合、可視光領域を含む波長0.3～0.8 $\mu m$ の範囲に渡ってほぼ等しく86%の反射率が得られる。

【0008】上記反射型アクティブマトリクス液晶表示装置を、例えば反射型液晶表示プロジェクターに用いた場合、従来の反射率では、表示画面に十分な明るさ、即ち、スクリーンの明るさとして、例えば800ANSI lm (American National Standards Instituteが定めた光束（ルーメン）である。）を得るためには、光源に例えば400W以上の消費電力を有する高輝度光源が必要になる。

【0009】このように、強い光を液晶表示装置に照射した場合、入射光の10%以上が吸収されると、液晶表示装置内の発熱量が大きくなり、液晶表示装置の信頼性を低下させる原因となる。したがって、反射型液晶表示プロジェクターの特長を十分に生かして、消費電力の低減ができる低消費電力プロジェクターを製造することが困難であった。

【0010】また、例えば特開平7-191317号公報には、図7に示すように、基板51の上に、高反射率性を示す単層または複数層の金属反射層52と、光学的膜厚が約 $\lambda_0/4$ で低屈折率の透明誘電体膜53と、光学的膜厚が約 $\lambda_0/4$ で高屈折率の透明誘電体膜54を順に積層してなる透明誘電体層の積層反射板50を液晶表示パネルに貼り付けた反射型液晶表示装置が開示されている（ $\lambda_0/4$ は、設計波長を示し、光学的膜厚とは屈折率と膜厚の積をいう）。

【0011】上記公報によれば、金属反射層52の前面に低屈折率の透明誘電体膜53と、高屈折率の透明誘電体膜54を積層することにより、金属反射層のみより高反射率になる。この公報に記載された反射型液晶表示装置は、直視型の液晶表示装置であり、プロジェクション

型ではないが、これを反射型液晶表示プロジェクターに用いた場合には、スクリーンの明るさとして800ANSI lm以上を得ることができ、反射型液晶表示装置内に発生する熱を低減し、投射用の光源の消費電力を抑制できる。

【0012】しかしながら、上記積層反射板50は、金属反射層52にアルミニウムを用いており、本発明者等の実験では、図5の実線で示すように、アルミニウム反射層の上に、低屈折率の透明誘電体膜53と高屈折率の透明誘電体膜54を積層した増反射膜は、増反射膜によって高反射率となるが、たかだか84%であり、最高でも91%である。

【0013】また、この積層反射板50を用いた反射型液晶表示装置では、増反射膜により反射電極メタル膜からの反射率を高めた場合、反射電極上に形成した液晶表示素子の容量成分 $C_{LC}$ に直列に接続した容量成分 $C_i$ を形成し、この容量成分 $C_i$ は容量成分 $C_{LC}$ に比べて一般に非常に大きいので、容量成分 $C_i$ が分極を生じ、残留直流電圧を持つことにより、残像や最適対向電圧のずれを生じて表示画面の品質が劣化するという問題を生じている。

【0014】また、従来の反射型液晶表示装置として、例えば、特開平6-273731号公報では、図8に示すように、高分子61と液晶62が分散混合して形成された液晶高分子複合体と、これを挟んで両側に配置された電極63、64および基板65、66とからなる液晶電気光学素子において、該液晶高分子複合体の片側に反射板68が直接接触する液晶電気光学素子が開示されている。さらに、上記反射板68からの光の反射率を増加させるために、電極を兼ねている反射板68の上にさらに多層の光学薄膜を積層した液晶電気光学素子が開示されている。尚、67、69は配向膜である。

【0015】上記公報はプロジェクターに応用される液晶電気光学素子を開示し、光学薄膜と液晶高分子複合体からなる液晶セルを組み合わせることで、液晶電気光学素子を用いた液晶表示装置は、表示する画像のコントラスト等を改良できるものである。

【0016】ところが、特開平6-273731号公報の反射型液晶表示装置では、反射板68上に形成される積層膜として半導体であるGeや、導電体であるCu、Au等が挙げられているが、それら積層膜は、可視光領域において非透明、つまり光の吸収極大を有するので、表示画面が着色することがあるという問題を生じる。

【0017】また、特開平7-43708号公報には、図9に示すように、金属反射膜71と、この金属反射膜71の上に積層された透明導電膜72を有する背面側基板70と、透明電極73を有する観察者側基板74と、これら両基板の間に挟持された液晶75とを備え、上記透明導電膜72と透明電極73との間に電圧を印加して液晶75を駆動させて画面表示する反射型液晶表示装置

において、上記透明導電膜72の屈折率と膜厚との積が300nm以下である反射型液晶表示装置が開示されている。

【0018】上記公報によれば、可視光領域において、部分的な領域の光の吸収または減衰が実質的に生じないため、耐湿性を増大させ、またTAB実装工程等における損傷を防止できるという利点を維持したまま、表示画面の着色を防止できるものである。

【0019】しかし、特開平7-43078号公報の反射型液晶表示装置は、表示画面の着色を防止できるものであるが、太陽光や室内光等の自然光を利用する直視タイプの反射型液晶表示装置であり、たとえば、反射型液晶表示プロジェクター等に用いた場合、光の利用効率について何ら考慮していないため、表示画面に十分な明るさを得るためには、表示画面に投射する光の光源の消費電力が大きくなる。具体的には、たとえばスクリーンの照射面の光束を800ANSI lmにするのに400W以上の消費電力を有する光源が必要になる。したがって、消費電力のコストが高くなる。

【0020】また、上記公報に記載の構成では、金属反射膜71の上に積層される絶縁膜中の電子が分極するため、液晶75を交流駆動するために金属反射膜71に印加される電圧の損失が極めて大きくなる。したがって、液晶表示装置の駆動電圧が高くなる。さらに、液晶表示装置の駆動電圧が高いため、液晶分子の反転駆動による横方向電界が大きくなり、液晶分子の配向の乱れが大きくなることから、液晶表示装置の表示画面の品質が劣化する。

【0021】アルミニウムより反射率の高い材料として、銀が知られており、例えば、特開平7-191317号公報でも銀を金属反射層に使用することが示唆されている。

【0022】図4（横軸は入射光波長、縦軸は反射率を示す。）は、アルミニウムと銀の反射率を示し、アルミニウム単膜の反射率は長い点線で示すように、入射波長が0.3~0.8 $\mu$ mまではほぼ一定の86%の反射率が得られるが、銀単膜は短い点線で示すように、0.34 $\mu$ mで立ち上がり、0.4 $\mu$ mまで急激に増加し、0.4~0.6 $\mu$ mまで漸増し、0.6 $\mu$ m以上で一定になる特性を持つ。このように、銀単膜は0.45 $\mu$ m以下の短波長域の反射率が低い問題を有している。

【0023】このため、例えば銀単膜の反射膜を有する液晶表示素子を用いて3枚式プロジェクションを構成する場合、波長0.65 $\mu$ mを中心とする赤色用パネルと、波長0.55 $\mu$ mを中心とする緑色用パネルと、波長0.45 $\mu$ mを中心とする青色用パネルが必要となるが、上記図4に示すように、銀単膜の反射特性が短波長域の反射率が低いので、青色用パネルの明るさが、赤色用パネルや緑色用パネルに比べて暗くなり、色バランスを保てなくなる。この問題を解決するために青色用パネ

ルだけ特別仕様で作る必要がある。

#### 【0024】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、非常に反射率が高く、特に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を改善した銀の増反射膜であり、この増反射膜を利用することにより、十分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ表示画面の品質を向上できる反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示装置を提供することにある。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に記載の反射膜は、上記の課題を解決するために、銀あるいはその合金膜の上に、可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第1の透光性膜と、該第1の透明性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする。

【0026】上記の構成によれば、短波長域の分光反射率を高めることができ、その結果、銀本来の高い反射率を保ったまま、可視光領域のほとんどの領域でほぼ等しい反射率を得ることができる。本発明の実施例では、98%の反射率を得ている。

【0027】請求項2の発明に記載の銀の増反射膜は、上記透光性膜のうち、第1の透光性膜は、窒化シリコン膜(SiN)、TiO<sub>2</sub>膜、ITO膜の中から選ばれる一つであり、上記第2の透光性膜は、酸化シリコン膜であることを特徴とする。

【0028】上記構成によれば、非常に安定で安価な材料を使用することができ、製造を容易に行うことができる。

【0029】請求項3の発明に記載の銀の増反射膜は、上記第1の透光性膜及び第2の透光性膜は、 $(2m+1)\lambda/4n$ （ここで、mは0以上の整数、λは入射光の波長）で決定されることを特徴とする。

【0030】上記の構成によれば、第1光学薄膜および第2光学薄膜の膜厚を設定することにより、第1光学薄膜および第2光学薄膜の光透過性を確保すると共に、可視光領域における光の分光反射率を、向上させることを安定化できる。したがって、液晶表示装置に必要なコントラストおよび明るさの向上を確実化できる。

【0031】請求項4記載の発明に記載の反射型液晶表示装置は、絶縁性基板上に複数のゲートバスライン及びソースバスラインがマトリクス状に配置され、その交差部付近にスイッチング素子および画素電極の対を配置した液晶表示装置において、上記画素電極は、銀あるいはその合金からなる反射電極により構成され、該反射電極の上に可視光領域の反射率をほぼ一定にするため、短波長域の反射率を増加させるよう屈折率が比較的小さい第

1の透光性膜と、該第1の透明性膜の上に、第1の透光性膜より屈折率が比較的大きい第2の透光性膜を積層したことを特徴とする。

【0032】上記の構成によれば、十分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示装置の温度上昇を少なくして表示画面の品質を向上することができる。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図3に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0034】最初に、本実施の形態にかかる反射型液晶表示装置の構成概略を、図1および図2を参照しながらその製造方法と共に説明する。

【0035】図1および図2(a)に示すように、本実施の形態のアクティブマトリクス基板は、ピクセルオンパッシベーション構造を有しており、このため、先ず、例えばガラス等からなる第1基板としての透明基板1上にSiN等からなるパッシベーション膜（図示しない）をプラズマCVD（Chemical Vapor Deposition）法等により形成する。上記パッシベーション膜は、透明基板1を構成する構成元素が、例えば後述する薄膜トランジスタ（以下、TFTという）2や液晶11に侵入することを防止するものである。

【0036】次に、透明基板1上に、液晶11を駆動するためのTFT2を形成する。TFT2はマトリクス表示するため数100個×数100個が縦方向と横方向に配置されるが、ここでは1個と、隣接するTFT2の半分だけを示す。

【0037】TFT2を構成する半導体材料としては、非晶質シリコン（アモルファスシリコン、a-Si）、多結晶シリコン（ポリシリコン、p-Si）を用いる。ポリシリコンはアモルファスシリコンを熱処理又はレーザー照射して結晶化させることにより、ポリシリコンとしたものである。この半導体材料をマトリクス配置に対応して、島状領域に分離する。この島状の半導体領域に、ソース電極3と、ドレイン電極4とがフォトリソグラフィ法によるエッチングによってそれぞれ形成される。

【0038】図示しないが、TFT2には、ゲートバスラインに接続されたゲート電極が設けられ、ゲートバスラインに走査信号が供給される。また、ソース電極3は、液晶11を駆動するためのデータ信号が供給されるソースバスラインに接続されている。

【0039】図1および図2においてはTFT2を簡略化して示しているが、TFT2の詳細は図3に示すように、透明基板1の上に島状に形成された半導体膜17の上にSiO<sub>2</sub>よりなるゲート絶縁膜18を形成し、その上にアルミニウムあるいはポリシリコン等の導電材料よ

りなるゲート電極16を配置して、その上に第1層間絶縁膜14を形成する。この第1層間絶縁膜14にコンタクトホールを開けて、ソース電極3とドレイン電極4を形成する。

【0040】続いて、図1および図2(b)に示すように、透明基板1上に、絶縁材料としてのアクリル樹脂等の熱硬化性樹脂をスピン塗布し、あるいは $\text{SiO}_2$ 膜を形成することにより第2層間絶縁膜5を形成する。

【0041】すなわち、粘性が110cp(センチポアズ)のアクリル樹脂よりなる熱硬化性樹脂を透明基板1上に塗布し、回転数を、例えば約3000rpmで30秒間透明基板1を回転させる。これにより、遠心力によって膜厚が約2 $\mu\text{m}$ の上記熱硬化性樹脂の膜が形成される。続いて、上記の膜を200~300℃の温度でベーキングして、樹脂を熱硬化させることにより、TFT2や走査信号線、データ信号線によって生じる段差を吸収して表面が平坦な絶縁膜を形成する。

【0042】さらに、この第2層間絶縁膜5の上に、フォトリソレジストを塗布して、コンタクトホールを形成するためのマスクを用いて、露光、現像を行う。このようにして形成したレジストマスクを用いてエッチングを行う。フォトリソグラフィ法により、上記膜厚が約2 $\mu\text{m}$ の第2層間絶縁膜5を所定の形状にパターンニングし、ドレイン電極4側に開孔するコンタクトホール5aを形成するようにドライエッチングする。ドライエッチングには、 $\text{O}_2$ ガスを用いる。必要に応じて $\text{CF}_4$ ガスを添加することにより、エッチングレートを大きくすることができる。

【0043】このようにして、図2(b)に示すように、ドレイン電極4上に開孔したコンタクトホール5aを有する第2層間絶縁膜5が、透明基板1、TFT2およびソース電極3上を覆うように形成される。

【0044】次に、図1および図2(c)に示すように、ドレイン電極4および画素電極8(後述する)の間を接続すると共に、外部光から保護するためにTFT2上を覆う反射電極膜6を形成する。つまり、銀(Ag)あるいは銀の合金(例えば、Pd(パラジウム)1atm%以下添加した合金)からなる、膜厚が約300nmの薄膜を、例えばスパッタリング法、真空蒸着法等によってコンタクトホール5aの内部を含めて第2層間絶縁膜5上に形成する。

【0045】そして、銀あるいは銀の合金の薄膜上にフォトリソレジストを塗布し、電極パターンを持つマスクを用いて、露光、現像を行い、レジストマスクを介してエッチングすることにより、反射電極膜6をパターン形成する。ここではウェットエッチングを行うが、エッチング液には、硝酸のメチルアルコール希釈液を用いる。

【0046】これにより、図2(c)に示すように、断面略T字状の反射電極膜6が、ドレイン電極4および第2層間絶縁膜5上に形成される。

【0047】続いて、図1および図2(d)に示すように、絶縁材料としてのアクリル樹脂等の熱硬化性樹脂をスピン塗布し、熱硬化させることにより、第3層間絶縁膜7を、第2層間絶縁膜5および反射電極膜6上に形成する。

【0048】すなわち、第2層間絶縁膜5を構成する熱硬化性樹脂と同程度の粘度である、110cp程度のアクリル樹脂よりなる熱硬化性樹脂を透明基板1上に塗布し、回転数約3000rpmで30秒間、透明基板1を回転させる。これにより、遠心力によって膜厚が約2 $\mu\text{m}$ の上記熱硬化性樹脂の膜が形成され、熱硬化により第3層間絶縁膜7が形成される。

【0049】次に、上記第3層間絶縁膜7をフォトリソグラフィ法により、上記膜厚が約2 $\mu\text{m}$ の第3層間絶縁膜7をドライエッチングにより所定の形状にパターンニングし、上記絶縁材料に対し、反射電極膜6上に開孔するコンタクトホール7aを形成する。ドライエッチングは、 $\text{O}_2$ ガスを用いて行う。必要に応じて $\text{CF}_4$ ガスを添加してもよい。

【0050】これにより、図2(d)に示すように、反射電極膜6上の一部を開孔により露出した第3層間絶縁膜7が、第2層間絶縁膜5および反射電極膜6上に形成される。

【0051】その後、図1および図2(e)に示すように、スパッタリング法、あるいは真空蒸着法等により膜厚が300nmの銀あるいは銀の合金による薄膜8を第3層間絶縁膜7の上に形成する。このようにして形成された銀は多結晶質であり、粒径を波長 $\lambda$ の1/4程度以下の大きさに形成することにより、望ましい光学特性を得ることができ、膜厚を300Å程度以下とすることにより表面状態を滑らかにすることができる。この銀あるいは銀の合金の薄膜8の空気に対する分光反射率は、通常、空気中において可視光領域で96%である。

【0052】次に、上記銀あるいは銀の合金の薄膜8を形成後、この銀あるいは銀の合金の薄膜8のパターンニングを行わずに、増反射膜を銀あるいは銀の合金の薄膜8上に積層した。すなわち、第1の透光性膜として $\text{SiO}_2$ 膜9と、第2の透光性膜として $\text{SiN}$ 膜10とを銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に順次積層した。 $\text{SiO}_2$ 膜9、 $\text{SiN}$ 膜10は、例えばEB蒸着法やスパッタリング法により成膜するのがよい。

【0053】EB蒸着法は $\text{SiO}_2$ 又は $\text{SiN}$ の蒸着材料をるつぽに入れ、このるつぽに真空中で電子ビームを照射することにより成膜するものである。スパッタリング法は $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Si}$ のターゲットに真空中で $\text{Ar}^+$ イオンをあてて、できた $\text{SiO}_2$ を基板上に被着させるものである。 $\text{SiN}$ の場合は窒素( $\text{N}_2$ )雰囲気中で $\text{Ar}^+$ イオンをあてて、 $\text{Si}$ 原子と窒素原子を反応させて $\text{SiN}$ を形成し、これを基板上に被着させるものである。

【0054】このときの $\text{SiO}_2$ 膜9、 $\text{SiN}$ 膜10は

非晶質であり、屈折率と膜厚 $d$ の積で表される光学的膜厚 $nd$ は、 $nd=\lambda/4$ （波長 $\lambda$ は、だいたい $0.5\mu\text{m}$ に設定）にして可視光域でメタル単体より反射率が大きくなる。

【0055】上記 $\text{SiO}_2$ 膜9および $\text{SiN}$ 膜10の膜厚は、それぞれ $(2m+1)\lambda/4n_1$ および $(2m+1)\lambda/4n_2$ に設定されている。ここで、 $m$ は0を含む正の整数であり、 $n_1$ および $n_2$ はそれぞれ $\text{SiO}_2$ 膜9および $\text{SiN}$ 膜10の屈折率であり、 $\lambda$ は設定波長（ $\text{nm}$ ）である。

【0056】このことから、本実施の形態では、可視光領域の光透過性を確保すると共に、銀あるいは銀の合金の薄膜8からの分光反射率を向上させるために、 $\text{SiO}_2$ 膜9および $\text{SiN}$ 膜10の膜厚は、それぞれ $m=0$ および $\lambda=500\text{nm}$ として計算することにより算出される。

【0057】すなわち、本実施の形態では、 $\text{SiO}_2$ 膜9および $\text{SiN}$ 膜10の膜厚がそれぞれ $85\text{nm}$ 、 $65\text{nm}$ になるように、すなわち $\text{SiO}_2$ 膜9の膜厚は $70\sim 100\text{nm}$ の範囲内であり、 $\text{SiN}$ 膜10の膜厚は $50\sim 80\text{nm}$ の範囲内となるように積層する。

【0058】ここで、図4に示すように、銀薄膜の単膜の場合の空気に対する分光反射率が可視光領域で96%であったが、上記増反射膜構造を備えていることによって98%に増加し、液晶材料中から見た可視光領域の全部分で銀単膜より高い分光反射率が得られ、特に短波長側（ $400\sim 500\text{nm}$ ）の分光反射率の低下を抑えることができる。この短波長域の光の吸収が発熱源となるため、本発明の増反射膜構造により、この短波長域の反射率を上げることは有効である。

【0059】次に、 $\text{SiO}_2$ 膜9、 $\text{SiN}$ 膜10、および銀あるいは銀の合金の薄膜8を一括してフォトリソグラフィ法によりエッチングを行い、金属反射膜としての画素電極と、増反射膜としての $\text{SiO}_2$ 膜9および $\text{SiN}$ 膜10とを有する画素15を形成する。

【0060】エッチングは、 $\text{SiO}_2$ 膜9のドライエッチングと、銀あるいは銀の合金の薄膜8のウェットエッチングを併用して一括してエッチングを行う。エッチングを行うため、まず、フォトリソを塗布し、画素15のパターンを有するマスクを用いて、露光、現像を行い、エッチングマスクを形成する。このエッチングマスクを用いて $\text{SiO}_2$ 膜9と $\text{SiN}$ 膜10の2層一括エッチングを行う。エッチングは、 $\text{CF}_4/\text{O}_2=150/20\text{SCCM}$ 、圧力 $133\text{Pa}$ 、RF Power  $150\text{W}$ の条件で約1分間放電することにより行う。次に、銀あるいは銀の合金の薄膜8のエッチングは、硝酸のメチルアルコール希釈液等に浸漬させて行う。

【0061】この一括エッチングにより、図2（e）に示すように、銀あるいは銀の合金の薄膜8、第1の透光性膜としての $\text{SiO}_2$ 膜9、および第2の透光性膜とし

ての $\text{SiN}$ 膜10が互いに積層されて形成される。画素15のパターンはTFT2の上方、ゲートバスライン、ソースバスラインの上方にまで延長されて形成される。

【0062】図示しないが、マトリクス液晶パネルの周囲に形成されるゲートバスライン、ソースバスラインの端子部の表面絶縁膜を除去するエッチング処理を行って、アクティブマトリクス基板を完成する。

【0063】上記 $\text{SiN}$ 膜10は、 $\text{TiO}_2$ 膜、又はITO膜に代えることができる。また $\text{SiN}$ の組成は、その組成比を制御して要求される屈折率（ $1.8\sim 2.1$ ）に変化させることができる。

【0064】さらに、図1に示すように、対向電極としてのITO等からなる対向透明電極12を表面全体に有し、光透過性を有する第2基板としてのガラス基板13、および透明基板1にそれぞれ配向膜（図示しない）を塗布し、形成する。そして、上記各配向膜を所定方向に配向させるために、ラビングをそれぞれ行う。これにより、上記各配向膜は、液晶分子を液晶11の動作モードに適した配列や傾きに制御できる。さらに、液晶11の層の厚みを一定にし、かつ安定したものにするために、スペーサー散布を行う。

【0065】その後、シール剤を印刷した透明基板1とガラス基板13とをシール剤によって貼り合わせた後、ガラス分断を行い、さらに、液晶11を注入し、注入口封止工程の処理をして、本実施の形態にかかる液晶パネルを得る。

【0066】上記液晶11としては、特に限定されるものではない。具体的には、例えば、ツイストネマチック液晶、ゲストーホスト型のネマチック液晶、スメクチック液晶、コレステリック液晶等のサーモトロピック液晶：ライオトロピック液晶等が挙げられる。上記例示の内、ツイストネマチック液晶、およびゲストーホスト型のネマチック液晶は、液晶分子全てが透明基板1に平行、かつ、らせん状に配列しているので好ましい。

【0067】上記液晶11として、例えばツイストネマチック液晶を用いた場合、液晶11の動作モードは以下のように説明できる。すなわち、透明基板1とガラス基板13との間で液晶11のツイスト角は $45^\circ$ であり、電圧の無印加時には、TN効果により、入射光は偏光方向の変化がなく反射され、黒表示となる。電圧印加時には、複屈折効果により、入射光は偏光方向が変えられて反射され、上記画素15が白表示となる。

【0068】上記本実施の形態にかかる銀の増反射膜は、銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、増反射膜としての $\text{SiO}_2$ 膜9（膜厚： $85\text{nm}$ ）および $\text{SiN}$ 膜10（膜厚： $65\text{nm}$ ）が形成されている。この構造を有していることにより、液晶材料中から見た銀の増反射膜の反射率は図4から明らかなように、増反射膜を省いた場合（同図中、短い点線で示す）と比べて、本実施の形態の銀の増反射膜（同図中、実線で示す）は、その分

光反射率が最大で約98%となり、約2%の分光反射率が向上していることが分かる。

【0069】また、アルミニウム単膜の反射率（同図中、長い点線で示す）が86%程度であるのと比べると、格段に反射率が向上している。すなわち、光を反射する銀あるいは銀の合金の薄膜8の上に、第1の透光性膜としてのSiO<sub>2</sub>膜9および第2透光性膜としてのSiN膜10を形成することにより、可視光領域（400～720nm）、特に画像表示に重要な500nm以上の大半領域で、銀の単膜より高い分光反射率が得られる。

【0070】特に、銀特有の短波長側（400～500nm）の分光反射率の低下を抑えることができ、ほぼ一定の反射率が得られている。この短波長域の光が吸収されて発熱源となるので、増反射膜により短波長域の反射率を上げることは、反射型液晶表示装置の発熱を低減する目的にとって、非常に有効である。

【0071】ところで、増反射膜を用いた液晶パネルを反射型液晶表示プロジェクターに使用すると、250W以下の消費電力の光源を使用して、800ANSI lm程度の十分な明るさを得ることができる。これにより、本発明にかかる液晶パネルは、光源の光の消費電力を一層低減し、さらに、反射率を最大で98%にすることが可能になり、得られる表示画像におけるコントラストや明るさを改善することができる。

【0072】更に、図5に示すように、アルミニウムを使用した場合は、液晶中での反射率は86%であり、SiN膜とSiO<sub>2</sub>膜の増反射膜を形成しても、最大91%の反射率であるのと比べて、本発明は98%を達成することができる。

【0073】

【発明の効果】本発明の銀の増反射膜の構成によれば、短波長域の分光反射率を高めることができ、その結果、銀本来の高い反射率を保ったまま、可視光領域のほとんどの領域でほぼ等しい反射率を得ることができる。本発明の実施例では、98%の反射率を得ている。

【0074】また、本発明の銀の増反射膜によれば、非常に安定で安価な材料を使用することができ、製造を容易に行うことができる。

【0075】また、本発明の銀の反射膜によれば、第1光学薄膜および第2光学薄膜の膜厚を設定することにより、第1光学薄膜および第2光学薄膜の光透過性を確保すると共に、可視光領域における光の分光反射率を、向上させることを安定化できる。したがって、液晶表示装置に必要なコントラストおよび明るさの向上を確実化できる。

【0076】更に、本発明の反射型液晶表示装置によれば、充分なコントラストおよび明るさを有すると共に、残像や着色がなく、消費電力を一層低減でき、かつ反射型液晶表示プロジェクターに用いられる反射型液晶表示

装置の温度上昇を少なくして表示画面の品質を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を利用した反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図2】（a）～（e）は本発明のアクティブマトリクス基板の製造工程を説明する図である。

【図3】TFTの断面図である。

【図4】本発明による銀の増反射膜とアルミニウム反射膜の液晶材料中から見た反射率を比較して示す図である。

【図5】アルミニウムの液晶材料中から見た反射率を示す図である。

【図6】従来の反射型液晶表示装置の断面図である。

【図7】従来の増反射膜の断面図である。

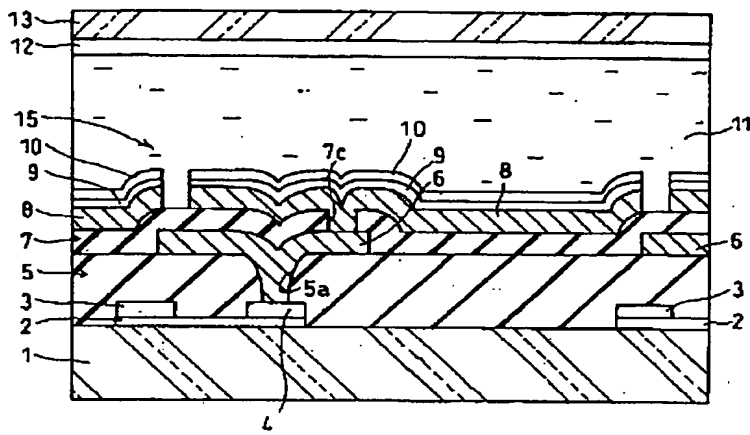
【図8】従来の増反射膜を備えた液晶表示装置の断面図である。

【図9】従来の増反射膜を備えた液晶表示装置の断面図である。

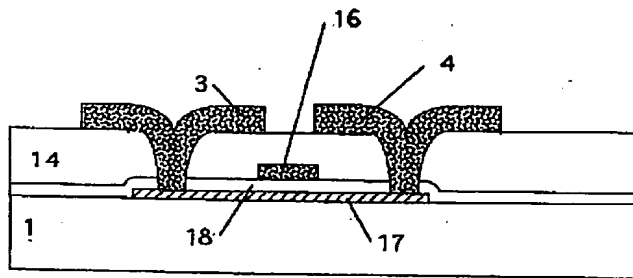
【符号の説明】

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| 1、13、21、33  | ガラス基板              |
| 2、22        | TFT（薄膜トランジスタ）      |
| 3、23        | ソース電極              |
| 4、24        | ドレイン電極             |
| 5、25        | 第2層間絶縁膜            |
| 5a、7a       | コンタクトホール           |
| 6           | 反射電極膜              |
| 7、27        | 第3層間絶縁膜            |
| 8           | 銀あるいは銀の合金の薄膜       |
| 9           | SiO <sub>2</sub> 膜 |
| 10          | SiN膜               |
| 11、31、62、75 | 液晶                 |
| 12、32       | 対向透明電極             |
| 15、35       | 画素                 |
| 26          | 遮光電極膜              |
| 28          | 反射電極メタル膜           |
| 50          | 積層反射板              |
| 51、65、66    | 基板                 |
| 52          | 金属反射層              |
| 53          | 低屈折率の透明誘電体膜        |
| 54          | 高屈折率の透明誘電体膜        |
| 61          | 高分子                |
| 63、64       | 電極                 |
| 67、69       | 配向膜                |
| 68          | 反射板                |
| 70          | 背面側基板              |
| 71          | 金属反射膜              |
| 72          | 透明導電膜              |
| 73          | 透明電極               |
| 74          | 観察者側基板             |

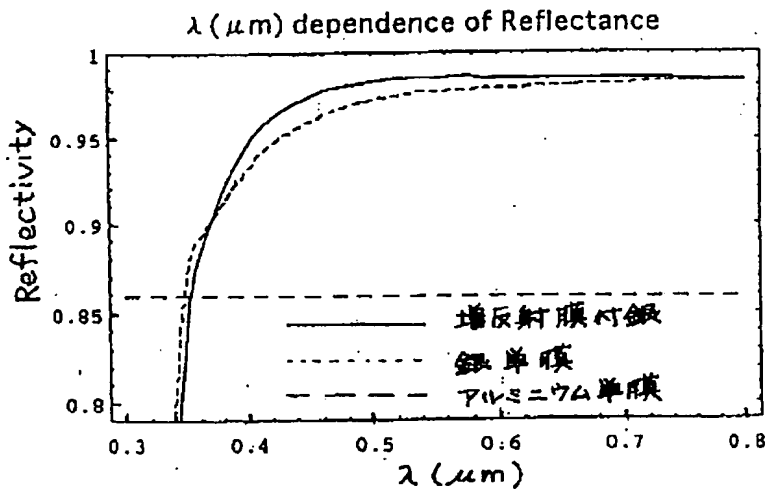
【図1】



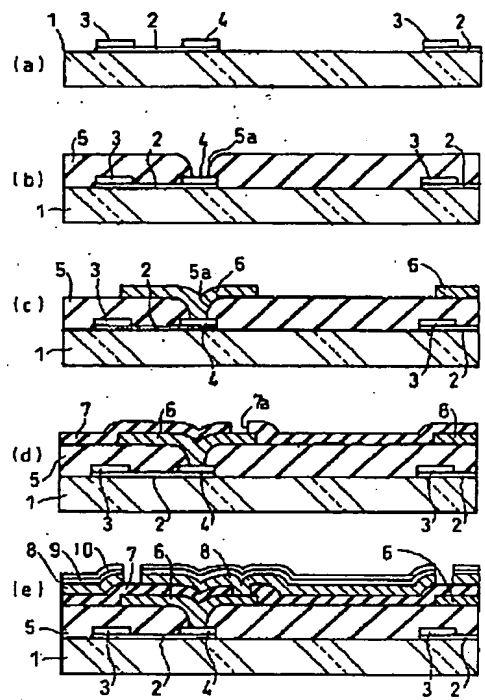
【図3】



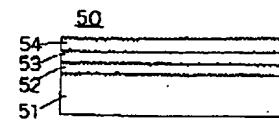
【図4】



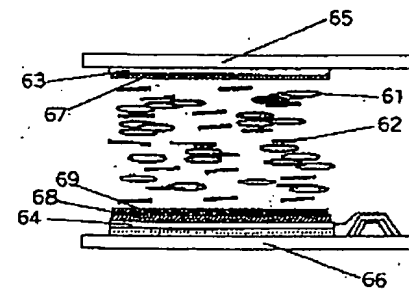
【図2】



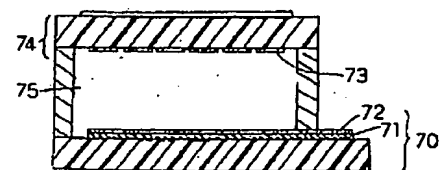
【図7】



【図8】

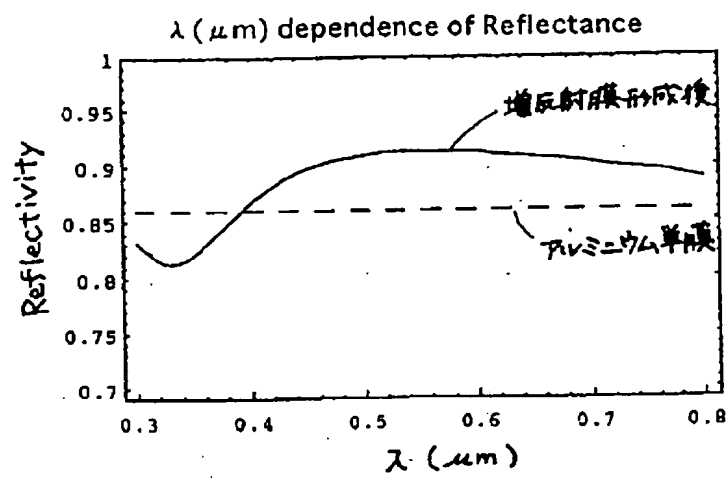


【図9】





【図5】



【図6】

